

Eficacia de la utilización de estímulos externos durante el entrenamiento de la marcha en pacientes con enfermedad de Parkinson: una revisión sistemática.

Effectiveness of using external cues during gait training in patients with Parkinson's disease: a systematic review

Inés Alba Fernández Rodríguez



ÍNDICE

Resumen-Abstract.....	Pág. 1-2
Introducción.....	Pág. 2
Material y método.....	Pág. 5
Criterios de inclusión.....	Pág. 6
Criterios de exclusión.....	Pág. 8
Estrategia de búsqueda.....	Pág. 9
Términos de búsqueda.....	Pág. 10
Evaluación metodológica.....	Pág. 11
Resultados	
Características de los estudios.....	Pág. 13
Síntesis de los resultados.....	Pág. 16
Discusión.....	Pág. 19
Conclusiones.....	Pág. 23
Anexos	
Figura 1.....	Pág. 25
Tabla 1.....	Pág. 26
Tabla 2.....	Pág. 28
Tabla 3.....	Pág. 30
Tabla 4.....	Pág. 31
Bibliografía.....	Pág. 36

Eficacia de la utilización de estímulos externos durante el entrenamiento de la marcha en pacientes con enfermedad de Parkinson: revisión sistemática.
Effectiveness of using external cues during gait training in patients with Parkinson`s disease: a systematic review.

RESUMEN

Introducción: la elevada incidencia junto con la complejidad de la enfermedad, hace que aparezcan nuevas herramientas terapéuticas como las señales externas para mejorar la clínica y los trastornos de la marcha en los pacientes con enfermedad de Parkinson. **Objetivo:** evaluar la existencia de evidencia en la literatura sobre la eficacia del uso de estímulos externos en los trastornos motores de la marcha y su influencia en el grados de severidad de la enfermedad, al objeto de poder extraer implicaciones terapéuticas. **Material y método:** se realizó una revisión bibliográfica entre enero y marzo de 2014 en las siguientes bases de datos: *MEDLINE, PEDro, The Cochrane Library y LILACS* . Los criterios de inclusión a cumplir de los estudios son ensayos controlados aleatorios con 4 puntos o más de calidad metodológica según PEDro, dirigidos a enfermos de Parkinson en régimen ambulatorio capaces de deambular de forma independiente, donde se les aplica una intervención de entrenamiento de la marcha mediante señales de estimulación externas cuyos resultados han sido medidos mediante tests estandarizados pre-post intervención. Finalmente fueron incluidos un total de 8 ensayos. **Resultados:** los resultados demuestran que la aplicación de señales externas producen mejoras en los parámetros temporo-espaciales de la marcha (velocidad, longitud de paso,...), equilibrio durante la marcha y en el grado de severidad de la enfermedad. **Conclusión:** un programa de entrenamiento de la marcha a través de señales externas provoca mejoría en las habilidades motoras y equilibrio durante la marcha así como una mejora en la sintomatología de la enfermedad. Serían necesarias futuras investigaciones referentes al tema.

ABSTRACT

Introduction: the high incidence of Parkinson's disease along with the complexity of the disease, it is leading the arrival of new therapeutic tools as external cues to improve clinical and gait disorders in patients with Parkinson's disease. **Objective:** to evaluate the existence of evidence in the literature on the effectiveness of external stimuli in motor disorders of gait and their influence on the severity of the disease, in order to obtain therapeutic implications. **Material and method:** a literature review was conducted between January and March 2014 in the following databases: *MEDLINE, PEDro, The Cochrane Library y LILACS*. The inclusion criteria to accomplish by the studies are: randomized controlled trials with four or more points of methodological quality according to PEDro's scale, oriented to Parkinson's patients in ambulatory regimen who are able to walk independently, where gait training is applied by external stimulation signals and those results have been measured by standardized pre-post intervention tests. Finally, 8 trials were included. **Results:** results show evidence that the application of external cues produce improvements in the temporo-spatial gait parameters (speed, step length,...), balance while walking and the degree of severity of the disease. **Conclusion:** external signals causes improvement in motor skills and balance during gait and improvements symptoms of Parkinson's disease. Future research would be needed regarding the topic.

INTRODUCCIÓN

La enfermedad de Parkinson es un trastorno neurodegenerativo progresivo que se define patológicamente por la degeneración de las neuronas dopaminérgicas en la sustancia negra y el desarrollo de cuerpos de Lewy en las neuronas dopaminérgicas residuales¹, dando lugar a

trastornos del movimiento, y en particular trastornos de la marcha con variabilidad temporal y espacial de los parámetros de miembros inferiores, acortamiento de la longitud del paso, escasa elevación de los pies del suelo, disminución de la velocidad o su incremento a expensas del incremento de la cadencia. El resultado es el patrón de marcha festinante².

Cada vez es mayor el número de personas que padecen EP (prevalencia de la enfermedad de Parkinson está entre 1% y 2% en personas de 65 años de edad o más³ e incidencia de 16 a 19 por cada 100.000 habitantes por año⁴), sugiriendo ser una de las razones (además de los avances tecnológicos y en investigación) por las que se están comenzando a abrir nuevos caminos en cuanto al tipo de tratamiento que se aplica.

En este proceso de rehabilitación emergente en la EP, se propone como tratamiento de elección la aplicación de estímulos artificiales externos que actúan como suplemento a los estímulos sensoriales naturales proporcionando información sensorial adicional al cerebro⁵. Dicha información adicional, es requerida por este tipo de enfermos puesto que poseen un déficit importante en su capacidad de integrar y utilizar la retroalimentación sensorial natural, especialmente la propiocepción. Este déficit puede provenir de la disfuncionalidad de los ganglios basales ya que desempeñan un papel importante en la integración de la retroalimentación propioceptiva durante el movimiento⁶.

De esta forma, se sugiere que los parámetros de la marcha en personas con EP pueden ser mejorados por el potente efecto de estímulos de retroalimentación externos (feedback) regularizando el funcionamiento de las neuronas dopaminérgicas alteradas o bien por la activación de una vía alternativa (reorganización) implicando al cerebelo, cortex sensoriomotor y la corteza premotora lateral, siendo el cerebelo el responsable de la sincronización del movimiento y la corteza motora de la ampliación del movimiento^{7,8}.

Además de estos mecanismos, existe otra posible hipótesis que explique el efecto beneficioso de la aplicación de feedback externos centrado en mecanismos atencionales. Las señales de feedback activan procesos de control consciente y estrategias de atención reduciendo el control automático durante la marcha. Este control automático de movimiento implica el área motora suplementaria (AMS), que recibe su entrada principal de los ganglios basales. En los pacientes con EP, el control consciente de caminar no pasa por ineficiente AMS y activa el sistema de control premotor dorsolateral, el cual recibe su input principal del área cortical sensorial⁸.

Las guías externas (feedback) a menudo son suministradas en forma de estímulos auditivos, visuales o vibrotáctiles. Las pautas auditivas puede incluir estrategias como el uso de la música, contar, o el ritmo de un metrónomo como una señal auditiva rítmica aunque los mecanismos eficaces de pautas auditivas siguen sin estar claros⁹.

Sin embargo, algunos autores describen ciertas desventajas sobre las señales auditivas a la hora de emplearlas como feedback para el tratamiento de los trastornos del equilibrio (reducción de los límites de estabilidad y balanceo corporal) que sufren las personas con EP. En este enfoque, el balanceo corporal se codifica como una señal auditiva; el paciente debe mantener el control postural en un rango normal respondiendo a un sonido emitido (en dos dimensiones). Esto es imposible para los pacientes con EP ya que no pueden reaccionar de manera adecuada a esta información no intuitiva . En contraste con neurofeedback auditivo, un estímulo de neurofeedback vibrotáctil intuitivo (que tiene un tiempo de reacción muy corto) parece más apropiado para ser codificado durante las condiciones y actividades diarias de la vida de los pacientes con EP¹⁰.

Asimismo, también se ha descubierto el papel de las señales visuales para ayudar a mejorar la marcha en personas con EP. Estas señales incluyen, pero no se limitan a , el uso de punteros láser , vidrios de adaptación , o líneas de marcado en el suelo. Aunque la mayoría de los estudios parecen

centrarse en el uso de estímulos auditivos, se puede encontrar evidencia que demuestra una mejoría en el tiempo de caminar, por lo menos 10 %, mediante el uso de sus gafas de referencia visuales. Igualmente, encontramos una revisión sistemática , donde Los estímulos visuales producen mejoras en parámetros temporoespaciales de la marcha, la ejecución de giros, disminuyendo la aparición de *freezing* (episodios de bloqueo en la marcha) y caídas en la enfermedad de Parkinson^{2,9}.

El objetivo de esta revisión es conocer la efectividad de la aplicación de estímulos externos sobre los trastornos motores y su incidencia en los pacientes con EP, al objeto de poder extraer implicaciones terapéuticas en la EP. De esta forma, conocer si la rehabilitación mediante inputs externos puede ser otra alternativa de tratamiento frente a otros métodos que se encuentran actualmente en auge, como el uso de sistemas robóticos, que implican una mayor inversión económica.

MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó una revisión bibliográfica de ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) publicados desde el año 2009 al 2014 en inglés y en español, dirigidos a enfermos de Parkinson que hayan recibido tratamiento mediante guías externas de estimulación y cuyos resultados hayan sido medidos a través de pruebas estandarizadas estableciendo una comparación pretratamiento y postratamiento con el fin de observar cambios y poder demostrar la efectividad del tratamiento realizado.

La fecha de la última actualización de la búsqueda fue: marzo de 2014. La elección final de los artículos se realizó estableciendo unos criterios de inclusión y exclusión por el autor.

Criterios de inclusión

Los criterios de inclusión que cumplieron estrictamente los estudios fueron:

En cuanto al *diseño del estudio*:

- Ensayos clínicos aleatorizados (ECAs) evaluados a través de PEDro (valoración de la calidad metodológica) que alcanzaron una puntuación igual o mayor de 4 en una escala de 1 al 10 siendo el 10, la máxima puntuación.
- No fueron incluidos otro tipo de estudios como guías de práctica clínica y revisiones sistemáticas de mayor nivel de evidencia, para tener contacto con estudios originales y así evitar introducir sesgos de publicación y de selección.

Participantes

- Cada ensayo deberá incluir, al menos, 10 participantes en la muestra ($n \geq 10$).
- Pacientes con diagnóstico médico de enfermedad de Parkinson, EP (ningún nivel concreto en la escala de severidad de Hoehn & Yahr).
- Participantes ambulatorios. No debían estar ingresados ni presentar alguna reciente intervención quirúrgica.
- Pacientes capaces de deambular de forma independiente sin ningún tipo de dispositivo de apoyo.
- El tratamiento farmacológico pautado no puede interferir en la actividad física y/o en el tratamiento a realizar.

Intervención

- Realizar un programa de rehabilitación de la marcha trabajando parámetros como longitud de paso, longitud de zancada, velocidades de movimiento... a través de estímulos externos de estimulación (tanto sensoriales como propioceptivos). Por esto, no fueron incluidos estudios donde los sujetos recibieran otro tipo de intervención fisioterapéutica.
- Asimismo, no se incluyeron ensayos cuyos participantes realizaban intervenciones mediante otras terapias (como logopedia), y no de fisioterapia.
- Estudios en los que se enfoca la utilización de señales externas como una herramienta de valoración y no de tratamiento no fueron incluidos.
- No se incluyeron ensayos centrados en un tratamiento farmacológico o bien médico.

Mediciones y resultados

- Estudios con mediciones según pruebas estandarizadas de las diferentes variables (velocidad de paso, longitud de paso, longitud de la zancada...) tanto al inicio como al final de la intervención para valorar la eficacia del tratamiento realizado.
- Todas las variables evaluadas deben presentar los resultados post-intervención, sin haberse obviado variables cuyos resultados no fuesen significativos.
- Los resultados de los estudios incluidos deben estar detallados para cada variable analizada, no descrito únicamente de forma global.

Idioma de los estudios

- No fueron incluidos estudios cuyo idioma original no fuese el inglés o el español. Los estudios incluidos en la revisión tienen como idioma original el inglés.

Criterios de exclusión

- Estudios científicos que siendo ECAs hacían referencia a otro tipo de patología neurológica (Alzheimer, Demencia vascular, Esclerosis Múltiple...)
- Ensayos que, a pesar de que cierto número de participantes padeciesen Enfermedad de Parkinson, parte de la muestra estaba constituida por sujetos que sufrían otro tipo de trastornos neurológicos. Debido a esto, los resultados no se concretaban por el tipo de patología, si no que eran extraídos de forma global en un colectivo de sujetos con patología neurológica.
- Participantes que presenten Enfermedad de Parkinson en un estadio muy avanzado.
- Estudios en los que, a pesar de aplicarse una intervención fisioterapéutica mediante guías externas, la valoración y los resultados se encuentren centrados exclusivamente en variables cognitivas. Además también fueron excluidos ensayos que abordasen únicamente el tratamiento cognitivo.
- Estudios cuyo tratamiento realizado a través de señales de feedback tengan otro objetivo principal a estudiar que no sea el análisis de las habilidades motoras en la marcha.
- Estudios que no presentan sus resultados mediante datos estadísticos sino que sólo extraen conclusiones de la intervención realizada mediante escalas validadas (Timed Up- and-Go (TUG), 10-M Walking Test (10-Mwt), Unified Parkinson's Disease Rating Scale (UPDRS)...). Es decir, aquellos ensayos donde a pesar de mencionar la realización de un análisis estadístico no incluían detalladamente dichos datos estadísticos, fueron igualmente excluidos.
- Estudios cuya antigüedad es mayor a 5 años, por ello, solo fueron incluidos estudios entre los años 2009-2014.

- Estudios en los que el tratamiento es realizado en el domicilio del paciente, sin ser guiada la sesión ni tener supervisión por parte de un fisioterapeuta en el momento de realizar el tratamiento, por lo tanto, fueron igualmente excluidos aquellos ensayos donde los participantes recibían instrucciones de cómo realizar la terapia por parte de un fisioterapeuta pero este no se encontraba presente a la hora de ejecutarse.

Estrategia de búsqueda

Se realizó una búsqueda electrónica de la literatura científica entre enero y marzo de 2014 en las siguientes bases de datos:

- MEDLINE, vía PubMed.
- The Physiotherapy Evidence Database, PEDro.
- The Cochrane Library.
- Latin American and Caribbean Health Sciences Literature (LILACS).

En un análisis preliminar, se pudo concluir que 666 estudios de los 983 encontrados inicialmente, se encontraban repetidos. De los 317 estudios restantes, 214 no cumplían con los criterios de inclusión establecidos, quedando por tanto 103 estudios que trataban del tema propuesto consultando título y resumen, de los cuales hubo que excluir 94 por diversos motivos que se detallan en la figura 1.

Los estudios incluidos en esta revisión procedentes de la búsqueda electrónica fueron 9, pero tras una lectura crítica exhaustiva fue necesario excluir 1 estudio que no concluía sus resultados con mediciones estadísticas si no que lo hacían a través de uso de escalas únicamente.

En la figura 1 queda resumida la estrategia de búsqueda diseñada para esta revisión, donde se puede observar de forma esquemática los estudios excluidos llegando a la elección final de los estudios incluidos.

A través de una búsqueda manual, tanto en los artículos seleccionados como en libros, no se encuentran artículos apropiados para incluir en esta revisión sistemática, ya que no cumplen criterios descritos en esta revisión como la antigüedad de los artículos. En un principio se hallaron dos estudios^{11,12} pero tras una lectura exhaustiva de estos, fueron descartados puesto que sus diseños de estudio no se trataban de un ECA.

Términos de búsqueda

Los términos empleados en la búsqueda fueron combinados a través del operador booleano “AND” para que la base de datos recupere únicamente aquellas citas que contengan ambos términos. No se utilizaron otros como “OR” o “NOT”. A pesar de no haberse utilizado, es posible recrear la búsqueda de algunos de los términos utilizados realizando truncado de términos (*), ya que algunos de ellos poseen la misma raíz como por ejemplo el caso de “stimulation” o “vibrotactile”.

Al realizar la búsqueda a través de PubMed, se aplicó únicamente un límite (“LIMITS”) sobre el tipo de estudio, marcando únicamente “Randomized Controlled Trial” consiguiendo así un cribado sustancial.

En PEDro igualmente se limitó la búsqueda avanzada al método utilizado en el estudio, de esta forma se seleccionó “Clinical trial” como tipo de estudio a incluir.

Tanto en Cochrane como en LILACS, la aplicación del límite se realiza en orden inverso a los dos anteriores ya que primero se realiza la búsqueda con los términos pertinentes y una vez obtenidos los resultados se filtran según el tipo de estudio. En Cochrane se reducen los resultados

seleccionando “Trials” y en LILACS seleccionando “Ensayo clínico controlado”. Por ello, los números que aparecen en la tabla 1 corresponden a los resultados obtenidos una vez que han sido filtrados por el tipo de artículo.

(En la tabla 1 se detallan los términos utilizados y el número de resultados en cada una de las bases de datos para llevar a cabo la búsqueda electrónica).

Evaluación metodológica

Los estudios incluidos^{5-8,13-16} fueron valorados en cuanto a su calidad metodológica para poder comprobar si tenían la suficiente validez tanto interna como externa. Para ello y como base de la lectura crítica, fue utilizada la escala PEDro ; con un protocolo de evaluación de 11 criterios . En la tabla 2 puede observarse los distintos criterios así como los resultados obtenidos en cada estudio.

Después de haber realizado la evaluación a través de la escala, fueron incluidos en esta revisión los estudios con mayor puntuación, siendo la menor de ellas un 4 y la mayor un 7 (en la escala PEDro) , en una escala del 0 al 10 como indica la tabla 2.

Los tres estudios^{5,13,14} que obtuvieron 4 puntos en cuanto a la calidad metodológica según PEDro, ambos no cumplen con los siguientes criterios descritos a continuación:

- La asignación no fue realizada de forma oculta por parte de la persona que al determinar si un sujeto era susceptible de ser incluido al estudio, conocía a qué grupo iba a ser asignado (criterio 3).
- No hubo cegamiento de los sujetos como del terapeuta y del asesor, los participantes conocían la intervención que se les estaba llevando a cabo al igual que el terapeuta y el evaluador (criterios 5,6 y 7).

- Menos del 85% de los sujetos que iniciaron el tratamiento llegaron a terminarlo en al menos uno de los resultados clave (criterio 8).
- No se obtuvieron medidas de resultados de todos los sujetos (grupos experimental y control) , ni aparece mención de un análisis por intención de tratar de uno de los resultados principales (criterio 9).

De los 8 estudios finalmente incluidos^{5-8,13-16}, únicamente estos tres estudios nombrados anteriormente^{5,13,14} incumplen los criterios 7 y 8 (escala PEDro) donde no hubo un seguimiento de los pacientes participando menos del 85% de la muestra inicial, ni el evaluador fue cegado.

Los estudios realizados por Sage (2009)⁷, Pelosin¹⁵ y Shen¹⁶ recibieron 7 puntos en la escala PEDro sobre un total de 10. En estos tres estudios se incumplieron los criterios 5 y 6, lo cual indica que no aparecen cegados tanto participantes como terapeuta. En cambio el evaluador sí que aparece cegado en los tres estudios^{7,15,16} (criterio 7). Además, en dos de los estudios con 7 de puntuación (Pelosin¹⁵ y Shen¹⁶), se infringió el criterio 9 (análisis por intención a tratar) mientras que en el estudio de Sage (2009)⁷ es el criterio 3 el que se incumplió.

En general, es destacable que en ninguno de los 8 artículos incluidos^{5-8,13-16}, hubo cegamiento tanto del terapeuta como de los sujetos (criterios 5 y 6 de la escala PEDro). Por otro lado, en los estudios aparece el diagnóstico de la enfermedad de Parkinson exponiendo el grado de severidad en cada uno de ellos a través de la clasificación Hoehn & Yahr a excepción de los estudios de Sage 2010⁶, Sage 2009⁷ y Almeida¹⁴.

El tamaño de la muestra en todos los estudios es moderado. Los estudios con un número más reducido (18 participantes) son los realizados por Pelosin¹⁵ y Nanhoe-Mehabien⁵, y los estudios con un mayor tamaño en la muestra son el de Sage (2009)⁷ con 46 y Almeida¹⁴ con 42.

En todos los estudios incluidos^{5-8,13-16} se encontraron comparaciones con sus respectivos resultados entre las diferentes variables medidas mediante pruebas estandarizadas entre el grupo experimental y el grupo control, por ejemplo en algunos se utilizó el test de velocidad de la marcha Timed Up and Go (TUG), el test 10-meter walking (10M-WT) o la escala de Berg (BBS). También en todos los estudios, las mediciones se acompañaban con datos estadísticos y, en algunos de ellos, con gráficos donde especifican la evolución de cada variable (tabla 3).

RESULTADOS

Características de los estudios

En cuatro de los ensayos estudiados aparece el rango de edad de la muestra (Pelosin¹⁵ (59-81 años), Sayed¹³ (60-66 años), El-Tamawy⁸ (49-70 años) y Sage (2009)⁷ con una muestra entre 49 y 70 años). Con respecto al género, en todos los ensayos existe mayor presencia de hombres, incluso en uno de los estudios (Sayed)¹³ la muestra total está exclusivamente formada por hombres.

El tipo de intervenciones realizadas en los ensayos son muy diversas:

- ❖ Intervención con feedback visual: En Pelosin¹⁵ el grupo experimental atienden a una hora de fisioterapia visualizando 2 videoclips con estrategias de evitación de bloqueos en la marcha mientras que en el grupo control igualmente ven 2 videoclips pero con imágenes estáticas de paisajes. Shen¹⁶ utilizó para mejorar la velocidad del paso un sistema computerizado de baile con una alfombra con captores de presión y una pantalla de donde siguen instrucciones. En el grupo control los sujetos realizaban dos programas de estiramientos (uno de los músculos de la cadera y rodilla y otro de musculatura de rodilla, cadera y tobillo). En el realizado por Almeida¹⁴ encontramos dos grupos de entrenamiento. En uno de ellos, los participantes andan sobre cinta

de correr con líneas blancas transversales como feedback. En el otro grupo de entrenamiento los sujetos andan sobre una alfombra negra de 16 metros que contiene líneas blancas transversales igualmente distribuidas. El grupo control es evaluado para comparar pero no realiza ninguna intervención. Sayed¹³ realiza una intervención parecida a Almeida¹⁴ utilizando ambos como estímulo externo líneas en el suelo o cinta de correr. El tratamiento del grupo experimental del ensayo de Sayed¹³ está constituido por dos programas de entrenamiento: un programa de fisioterapia y un programa de entrenamiento de la marcha (andar 10 metros con el feedback visual de líneas de cinta adhesiva azul). El grupo control realiza el mismo programa de fisioterapia que el grupo experimental y un programa de entrenamiento de la marcha donde deben andar la misma distancia que el grupo experimental pero en ausencia de feedback visual.

- ❖ Intervención con feedback vibrotáctil: El grupo experimental de El- Tamawy⁸ realiza técnicas de facilitación neuromuscular propioceptivas y estimulación vibratoria durante entrenamiento de la marcha en cinta de correr y un programa de fisioterapia. El grupo control realiza el mismo programa de fisioterapia y un entrenamiento funcional. El grupo experimental del estudio de Nanhoe-Mahabier⁵ realiza un entrenamiento del equilibrio recibiendo un estímulo vibrotáctil de 250 Hz mediante sensores colocados alrededor de la cabeza. En el grupo control los sujetos atienden al mismo programa de ejercicios pero sin la estimulación vibrotáctil.
- ❖ Intervención con feedback sensorial : Sage (2009)⁷ diseña su estudio con dos grupos experimentales. En uno de ellos reciben clases de ejercicio no aeróbico con PD SAFEx y bandas elásticas centrando su atención en el feedback sensorial y tomando conciencia del cuerpo en el espacio. Lo realizaban con ojos cerrados y en determinados fragmentos del ejercicio se les da un estímulo de agarre incorrecto. El otro grupo experimental realiza clases de entrenamiento aeróbico en máquina (elíptica) sin centrarse en el feedback que les proporciona. En el grupo control simplemente se les pide que mantengan su actividad física. Sage (2010)⁶ diseña unas

intervenciones muy similares a las de Sage (2009)⁷. Solo hay un grupo experimental que recibe clases con el programa PD SAFEx de ejercicio no aeróbico donde los sujetos no solo deben realizarlo con los ojos cerrados, sino que también disminuyen la iluminación. Así, deben prestar atención al feedback propioceptivo y tomar conciencia del propio movimiento. En el grupo control realizan el mismo programa que el experimental a excepción de ejecutarlo con los ojos abiertos, luces encendidas y las instrucciones no se centran en la retroalimentación sensorial.

La duración total de las intervenciones es muy diferente entre los estudios. Las más cortas (sin contabilizar el seguimiento) son realizadas en los estudios de Pelosin¹⁵ y Shen¹⁶ durando éstas 4 semanas, mientras que la intervención de mayor duración, 12 semanas, es la llevada a cabo en Sage (2010)⁶ y Sage (2009)⁷.

El tiempo de las sesiones no es detallado en todos los ensayos, aunque en la mayoría oscila en torno a los 30-45 minutos 3 veces por semana (Sage 2010⁶, El-Tamawy⁸, Sage 2009⁷, Shen¹⁶, Sayed¹³ y Almeida¹⁴), aunque en otros es mayor como en el de Pelosin¹⁵ (60 minutos) y en el grupo experimental de El-Tamawy⁸ (entre 51 y 70 minutos).

Tras realizar la intervención terapéutica, tres de los ensayos tomaron medidas de seguimiento (además de pre-test y post-test) para constatar si la mejoría producida permanecía en el tiempo. Almeida¹⁴ hizo seguimiento a las 6 semanas de haber finalizado la rehabilitación, Sage 2010⁶ a las 6 semanas y Pelosin¹⁵ lo llevó a cabo a las 4 semanas.

Tres de los ensayos evaluaron el equilibrio de los participantes, uno de ellos utilizó el test LOS (Shen¹⁶), otro ensayo (Pelosin¹⁵) empleó tanto la Berg Balance Scale como la escala de Tinetti y Nanhoe-Mahabier⁵ utilizó el dispositivo SwayStarTM.

Solo en uno de los ensayos (Pelosin)¹⁵ se valoró el bloqueo en la marcha e incluyó un cuestionario (FOG Questionnaire) y un diario de bloqueos (FOG diary).

Síntesis de los resultados

Sobre la longitud de paso estudiado, Sage 2010⁶ percibió un incremento significativo de dicho parámetro en el post-tratamiento comparado con el pre-tratamiento en ambos grupos y este aumento fue mantenido en el periodo de retención. Sin embargo, Sage 2009⁷ y Almeida¹⁴ no describieron cambios significativos en la longitud de paso en los grupos controles de sus ensayos. Fueron Sayed¹³ y Shen¹⁶ quienes observaron una mejora significativa en la longitud de paso en el grupo experimental en comparación con el grupo control .

El-Tamawy⁸ , estudió la longitud de zancada revelando un significativo incremento en ambos grupos de tratamiento siendo significativamente mayor en el grupo experimental .Además observa que en ambos grupos (experimental y control) hubo mejorías significativas en la cadencia tras la intervención, siendo significativamente mayor en el grupo experimental. En oposición a este resultado, ni Sage 2009⁷ ni Almeida¹⁴ contemplan en ninguno de los 3 grupos que conforman sus estudios una alteración del parámetro de cadencia tras haber recibido el tratamiento, y Shen¹⁶ percibió un aumento significativo de la cadencia en el grupo control. Además, en el estudio de El-Tamawy⁸ se observaron mejoras significativas en flexión de cadera, flexión de rodilla y dorsiflexión de tobillo (en subfase de balanceo) mayores en el grupo experimental que en el control. En el ensayo de Sayed¹³ también hubo mejoras significativamente estadísticas en valores del ROM de flexión de cadera, flexión de rodilla y flexión dorsal de tobillo en el grupo que recibió señales

visuales durante el movimiento (experimental) en comparación con los principales valores del grupo control.

En cuanto a la velocidad, Sage 2010⁶ y El- Tamawy⁸ mostraron un significativo aumento de ésta en ambos grupos (experimental y control) pero únicamente en el ensayo de El-Tamawy⁸ las mejoras significativas fueron mayores en el grupo experimental. Sage 2009⁷ observa un incremento de la velocidad en uno de los grupos de tratamiento. El aumento de velocidad percibido por Almeida¹⁴ no fue significativo. Sin embargo, Shen¹⁶ revela que el grupo experimental mejoró significativamente más la velocidad de movimiento en comparación con el grupo control en post-tratamiento.

Únicamente Pelosin¹⁵ evaluó los bloqueos de la marcha mediante un cuestionario (FOG-Q). La puntuación en el cuestionario y el número de episodios de bloqueo de la marcha fueron significativamente reducidos en ambos grupos (acción y control) tras haber pasado el periodo de tratamiento, sin embargo, durante el periodo de seguimiento la reducción significativa del número de episodios de bloqueo solo fue mantenida en el grupo experimental.

Nanhoe-Mahabier⁵, Pelosin¹⁵ y Shen¹⁶ estudiaron la variable equilibrio en sus participantes. Pelosin¹⁵ observó una mejoría significativa en ambos grupos (experimental y control) a través de la escala de equilibrio Berg (Berg Balance Scale, BBS) y el test de equilibrio Tinetti mantenida ésta mejora en el periodo de seguimiento. Shen¹⁶ a través del test LOS (Limit of stability) que valora el máximo desplazamiento del centro de gravedad del cuerpo sobre una base fija de apoyo de los pies sin perder el equilibrio, percibe un significativo progreso positivo en el límite de estabilidad de los pacientes del grupo experimental. Nanhoe-Mahabier⁵ observó tanto una reducción significativa del ángulo de balanceo antero-posterior y de la velocidad angular de balanceo antero-posterior en el grupo de feedback tras haber realizado la intervención, como una mejora significativa en la

velocidad angular de balanceo lateral en el grupo experimental en comparación con el grupo control.

Respecto al test Timed-Up-and-Go (TUG), tanto Sage (2010)⁶, Sage (2009)⁷ como Pelosin¹⁵ observaron que ambos grupos realizaron más rápido el test (siendo ésta mejora significativa en Sage 2010⁶ y Pelosin¹⁵) después de recibir el tratamiento pero sin diferencias significativas entre los grupos. Además, en el ensayo de Sage 2010⁶ éste progreso se mantuvo durante el periodo de seguimiento, sin embargo Almeida¹⁴ percibió que las mejoras en el test no fueron conservadas durante el seguimiento. En el caso del ensayo de Sage 2009⁷, la significancia estadística fue adquirida cuando se excluyó a los participantes con baja participación. Es Sayed¹³ quien percibe una mejora significativa post-tratamiento en el test TUG en el grupo experimental respecto al grupo control. Igualmente en el estudio de Almeida¹⁴, se observan mejoras significativas en los tiempos de TUG en el grupo de tratamiento con estimulación visual. En ambos ensayos el tratamiento se realizó durante 6 semanas, 3 días a la semana.

Atendiendo a la escala sobre severidad para la enfermedad de Parkinson (UPDRS), en todos los ensayos estudiados donde fue utilizada para establecer una comparación pre-tratamiento y post-tratamiento (Sage 2009⁷, Sage 2010⁶, Shen¹⁶ y Almeida¹⁴) se encontró una diferencia significativa entre grupos, siendo el grupo experimental el que reveló una significativa reducción de la puntuación tras haber realizado el tratamiento. Además, Sage 2010⁶ observó que en el grupo control no sólo no hubo un descenso en la puntuación de severidad, sino que en el periodo de seguimiento el grupo control obtuvo una puntuación mayor comparado con el post-tratamiento (empeorando los síntomas). Similar ocurrió en el ensayo de Almeida¹⁴ donde los síntomas de severidad empeoraron (incremento de la puntuación) después de la intervención y fue mantenido, en el periodo de seguimiento, tanto en el grupo control como en uno de los grupos de tratamiento.

En la tabla 4 se resumen las características y resultados de los estudios de los estudios incluidos en la revisión.

DISCUSIÓN

Los estudios revisados^{5-8,13,16} han evaluado los beneficios que pueden aportar tanto en los trastornos motores como en la sintomatología (severidad) llevar a cabo la aplicación de estímulos externos (feedback) como intervención en los enfermos de Parkinson. Los principales resultados alcanzados muestran mejoras significativas en la longitud del paso, equilibrio, velocidad de movimiento y un alivio de la sintomatología de la enfermedad sugiriendo ser este tipo de intervención potencial para el refinamiento motor en dicha enfermedad puesto que en ninguno de los ensayos revisados la aplicación de dicho tratamiento es inocuo.

En esta revisión no se contempla los efectos que pueden producir dichas señales de estimulación externas en las funciones neurocognitivas aunque otros autores sí que ponen de manifiesto numerosas muestras positivas en este aspecto como puede ser en el tipo de escritura (micrografía) característico de los enfermos de Parkinson¹⁷.

Resulta difícil decidirse por un tipo de intervención en particular (un tipo de feedback específico) que demuestre ser el más efectivo en la mejora de las habilidades motoras y sintomatología en la enfermedad de Parkinson, ya que referente a dicha patología la evidencia es escasa y en la existente, encontramos una gran heterogeneidad sobre el tipo de estimulación externa a aplicar, lo que complica la extracción de conclusiones para establecer un plan de intervención para estos enfermos.

Por lo general, en las etapas iniciales o leves de la enfermedad de Parkinson, la cadencia está conservada en un rango normal o ligeramente reducida, pero a medida que la enfermedad

progresar, la cadencia puede aumentar en relación con los cambios posturales. En EP avanzada, el patrón de marcha se convierte en pasos cortos y muy rápidos con longitud reducida de la zancada y el aumento de la cadencia⁹.

La revisión de Spaulding⁹, concluye en que para mejorar el parámetro de cadencia de la marcha, es más eficaz aplicar señales auditivas en comparación con las visuales, puesto que los resultados son confusos en cuanto a que los estímulos visuales incrementen la cadencia. Esto concuerda con los resultados de la presente revisión ya que la cadencia solo mejora significativamente en el estudio de El-Tamawy⁸ donde se utilizan estímulos vibro-táctiles, mientras que en ninguno de los ensayos incluidos en los que la intervención es a través de estímulos visuales se observa ninguna mejoría.

Muñoz-Hellín² sugiere en su revisión que los estímulos visuales mejoran los parámetros de marcha, aumentando la velocidad y longitud de paso. En contraposición a esto, en la presente revisión, ninguno de los ensayos donde la intervención es realizada mediante guías visuales hay una mejoría significativa de la velocidad. En cambio, en referencia a la longitud de paso, sí que se observan beneficios en la longitud de paso al aplicar señales de feedback visual.

Tres de los ensayos revisados^{5,15,16} evalúan los efectos de la intervención sobre el equilibrio de los participantes. Solo en uno de ellos dicha intervención es realizada a través de feedback vibrotáctil donde se reduce significativamente el balanceo de tronco tanto antero-posterior como lateral. Estos mismos resultados positivos mediante este tipo de señal fueron ya observados por Rossi-Izquierdo¹⁰, Basta¹⁸ o Lee¹⁹.

En relación a la metodología utilizada en los trabajos incluidos, existen varios aspectos que pueden generar limitaciones que afectan a las conclusiones obtenidas, y posteriormente a la validez externa del estudio, entre las que destacamos el empleo de un tamaño muestral reducido en los ensayos⁵⁻

^{8,13-16} que se piensa que puede ser debido al escaso número de pacientes que aceptaron participar , o incluso a la dificultad de encontrar pacientes que no presenten otras complicaciones u otras patologías además de la propia EP.

No se realizó la asignación de forma oculta por parte de la persona que realiza los diferentes grupos de tratamiento (criterio 3 de PEDro) en seis de los estudios revisados^{5-8,19,13,14} , lo que puede introducir sesgos sistemáticos en la asignación ya que quién establece el tratamiento, conoce a los grupos previamente.

No hubo cegamiento tanto de los sujetos como del terapeuta (criterios 5 y 6 de PEDro) en ninguno de los estudios^{5-8,13-16} , a pesar de que en este tipo de tratamientos resulta muy normal ya que tanto el terapeuta como el paciente deben conocer la intervención para poder llevarla a cabo.

En algunos de los estudios como Sayed¹³ y Almeida¹⁴ no mantuvieron al menos el 85% de la muestra que inició la intervención, ya que porque se agravó su proceso en el periodo de retención y por un cambio en el diagnóstico de la patología a parálisis supranuclear progresiva.

Al comparar los estudios observamos que el tiempo de tratamiento considerado presenta bastante variación. Oscila desde 25 minutos por sesión como en el estudio de Shen¹⁶ a 70 minutos en el trabajo de El-Tamawy⁸, lo que hace que la extracción de conclusiones varíe ya que se encuentran mejores resultados y más fiables a nivel físico en estudios de mayor duración.

Algunos programas de intervención no se expresan de forma específica el orden de actividades (El-Tamawy⁸, Shen¹⁶, Almeida¹⁴ y Pelosin¹⁵), sino que los autores lo exponen de forma general, aunque se considera que se puede obtener una noción sobre como orientar el tratamiento del día a día. Además, a pesar de utilizar diferentes modalidades de estímulos externos en los estudios, no todos

describen los parámetros de éstos, así es el caso de Nanhoe-Mahabier⁵ donde sí se especifica la frecuencia de la señal vibratoria mientras que en el estudio de El-Tamawy⁸ no se detalla ese dato.

No todos los ensayos realizan un periodo de seguimiento tras la intervención terapéutica para poder evidenciar qué resultados positivos se mantienen durante el tiempo a pesar de haber terminado el tratamiento, o si ,por el contrario, se trata de una terapia que debe ser continuamente realizada para no perder los efectos conseguidos en el tiempo. Lo realizaron Sage 2010⁶, Almeida¹⁴ y Pelosin¹⁵.

Además, aunque algunos de los estudios presenten una intervención con el mismo tipo de estímulo (Sayed¹³, Almeida¹⁴, Pelosin¹⁵ y Shen¹⁶ con feedbacks visuales, El-Tamawy⁸ y Nanhoe-Mahabier⁵ con estímulos vibrotáctiles y Sage 2009⁷ y Sage 2010⁶ con propioceptivos y visuales), no utilizan el mismo tipo de dispositivo o modalidad para realizar la señal, por lo que a la hora de realizar comparaciones éstas pueden aparecer sesgadas ya que los sujetos no perciben igual.

Cabe destacar una serie de limitaciones que ha presentado esta revisión al realizar la búsqueda bibliográfica y al analizar los estudios incluidos: no ha sido posible incluir ensayos con otras modalidades de estimulación (como auditiva) ya que no cumplían los criterios de inclusión (1), no fue encontrado en texto completo de uno de los ensayos por lo que no fue incluido (2), fue excluido un estudio por desconocimiento del idioma (portugués), además , no ha sido posible mostrar en ninguno de los ensayos los intervalos de confianza de los resultados principales debido a la ausencia de los mismos(3).

Aún así, se demuestra que practicar un programa de rehabilitación de la marcha con estímulos externos provoca una mejoría en las habilidades motoras y parámetros de la marcha como longitud

de paso, velocidad o longitud de zancada, así como efectos positivos en el equilibrio y beneficios en la sintomatología de sujetos que padecen enfermedad de Parkinson.

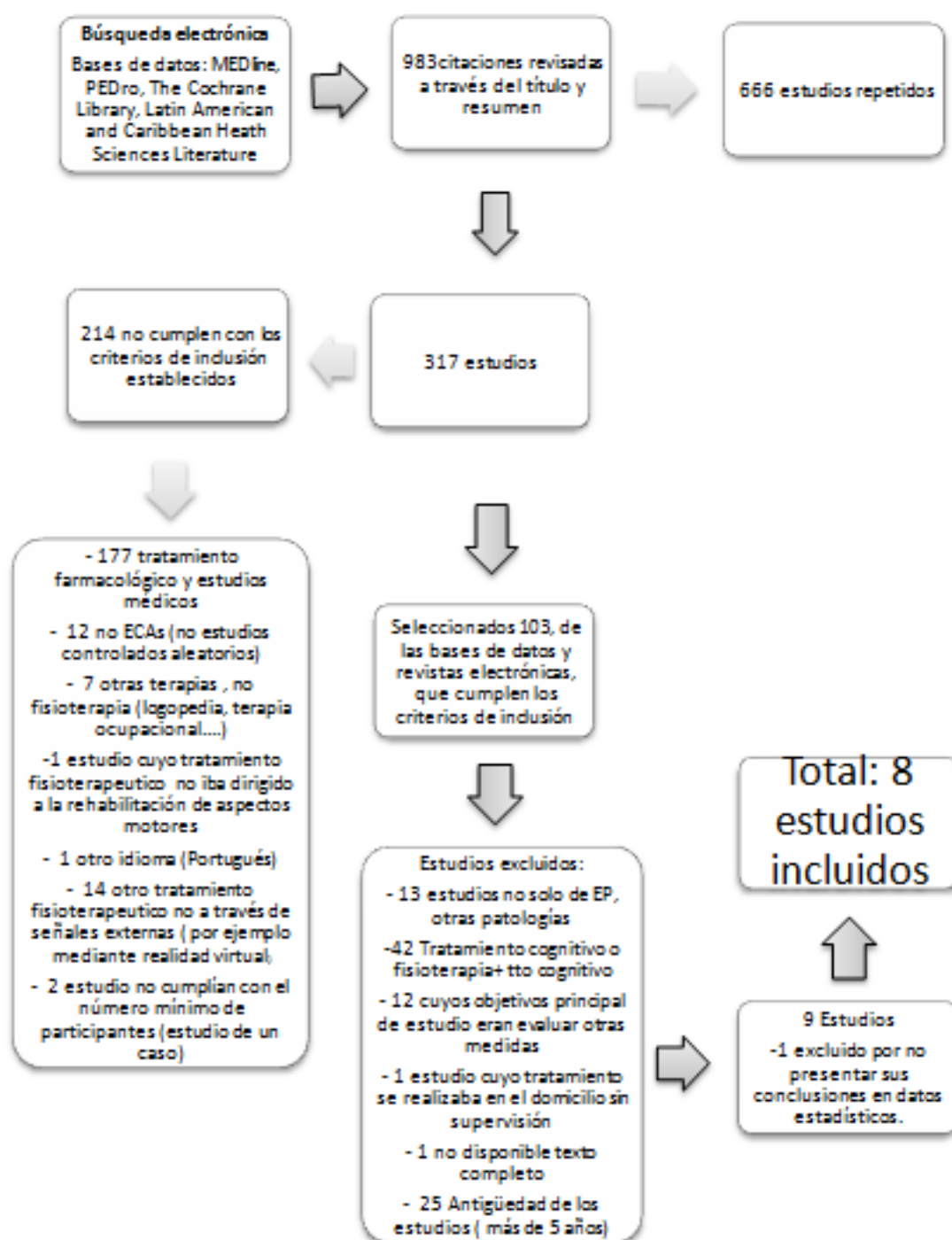
Sería recomendable que futuras investigaciones registren lo más detalladamente posible las características específicas de los tratamientos aplicados y sus resultados. Se deberían realizar más estudios con mayor validez así como ensayos que observen de forma exhaustiva la evolución de los pacientes habiendo recibido previamente un tratamiento en las mismas condiciones (mismo tipo de estímulo, misma metodología de aplicación de este y mismos parámetros) para poder conocer con exactitud cuál es el tipo de feedback externo más beneficioso y la “dosis” a aplicarse.

CONCLUSIONES

- Existe heterogeneidad en los estudios respecto a la duración, número de semanas de tratamiento que se deben llevar a cabo, la duración de las sesiones, la modalidad del estímulo externa y el tipo de parámetros que lo forma; así como en los instrumentos de medida utilizados y en la forma de expresar los resultados.
- Los programas de intervención de los ensayos en general no son reproducibles puesto que en los ensayos no se especifica el orden de los ejercicios que forman el entrenamiento ni, en algunos casos, los parámetros de aplicación de las señales de feedback.
- Se demuestra en los ensayos controlados aleatorios analizados, que practicar un programa de entrenamiento de la marcha a través de estímulos externos (propioceptivos y sensoriales) con una frecuencia de tres sesiones por semana de media hora de duración, provoca mejoría en las habilidades motoras de la marcha y equilibrio, así como una mejora

en la sintomatología de la enfermedad. Por lo tanto, mejora la calidad de vida del enfermo de Parkinson.

Figura 1. Estrategias de búsqueda.



ESTIMULACIÓN VISUAL								
1. "Parkinson"	PubMed	Nº R.	PEDro	Nº R.	Cochrane	Nº R.	LILACS	Nº R.
2. "Visual cues"	#1 AND #2	15	#1 AND #2	15	#1 AND #2	27	#1 AND #2	24
3. "Visual stimuli"	#1 AND #3	10	#1 AND #3	1	#1 AND #3	24	#1 AND #3	15
4. "Visual stimulation"	#1 AND #4	36	#1 AND #4	0	#1 AND #4	39	#1 AND #4	66
5. "Laser light cues"	#1 AND #5	2	#1 AND #5	0	#1 AND #5	2	#1 AND #5	1
6. "Visual feedback"	#1 AND #6	3	#1 AND #6	3	#1 AND #6	7	#1 AND #6	7
7. "Visual perception"	#1 AND #7	29	#1 AND #7	0	#1 AND #7	30	#1 AND #7	32

ESTIMULACIÓN AUDITIVA								
1. "Parkinson"	PubMed	Nº R.	PEDro	Nº R.	Cochrane	Nº R.	LILACS	Nº R.
2. "Auditory cues"	#1 AND #2	13	#1 AND #2	8	#1 AND #2	16	#1 AND #2	16
3. "Auditory stimuli"	#1 AND #3	5	#1 AND #3	1	#1 AND #3	11	#1 AND #3	7
4. "Acoustic stimulation"	#1 AND #4	21	#1 AND #4	0	#1 AND #4	30	#1 AND #4	30
5. "Acoustic stimuli"	#1 AND #5	4	#1 AND #5	0	#1 AND #5	9	#1 AND #5	3
6. "Auditory perception"	#1 AND #6	10	#1 AND #6	0	#1 AND #6	8	#1 AND #6	10
7. "Auditory feedback"	#1 AND #7	0	#1 AND #7	0	#1 AND #7	0	#1 AND #7	1
8. "Auditory stimulation"	#1 AND #8	25	#1 AND #8	2	#1 AND #8	22	#1 AND #8	30
9. "verbal cues"	#1 AND #9	2	#1 AND #9	3	#1 AND #9	4	#1 AND #9	1
10. "Verbal stimulation"	#1 AND #10	18	#1 AND #10	0	#1 AND #10	28	#1 AND #10	28
11. "Verbal stimuli"	#1 AND #11	3	#1 AND #11	0	#1 AND #11	6	#1 AND #11	3
12. "Verbal feedback"	#1 AND #12	1	#1 AND #12	1	#1 AND #12	1	#1 AND #12	1

OTROS TIPOS ESTIMULACIÓN								
1. "Parkinson"	PubMed	Nº R.	PEDro	Nº R.	Cochrane	Nº R.	LILACS	Nº R.
2. "Sensory"	#1 AND #2	22	#1 AND #2	8	#1 AND #2	40	#1 AND #2	136
3. "Proprioceptive cues"	#1 AND #3	0	#1 AND #3	2	#1 AND #3	1	#1 AND #3	0
4. "Vibrotactile"	#1 AND #4	1	#1 AND #4	0	#1 AND #4	2	#1 AND #4	1

Tabla 1. Términos de búsqueda (Nº R.= número de resultados con dicho término)

Estudio	1. Criterios de selección	2. Asignación aleatoria	3. Asignación oculta	4. Grupos similares al inicio	5. Participantes cegados	6. Terapeuta cegado	7. Asesor cegado	8. <15% pérdidas	9. Análisis por intención a tratar	10. Comparaciones entre grupos	11. Resultado clave	Total (0 a 10)
El-Tamawy (2012) ⁸	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	6
Sage (2009) ⁷	+	+	-	+	-	-	+	+	+	+	+	7
Sage (2010) ⁶	+	+	-	+	-	-	+	+	-	+	+	6
Pelosin (2010) ¹⁵	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	7
Shen (2012) ¹⁶	+	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	7
Almeida (2012) ¹⁴	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	4
Sayed (2013) ¹³	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	4
Nanhoe-Mehabier (2012) ⁵	+	+	-	+	-	-	-	-	-	+	+	4
+=Sí/ -=No												

Tabla 2. Evaluación metodológica de los estudios incluidos en la revisión. Escala PEDro

Criterios de calidad metodológica:

1. Se especifican los criterios de selección (ítem no incluido en la puntuación total).
2. Los sujetos se asignaron a los grupos de forma aleatoria.
3. La asignación se realizó de forma oculta.

4. Al inicio los grupos fueron similares en los indicadores de pronóstico más importantes.
5. Se realizó cegamiento de los sujetos.
6. Se realizó cegamiento del terapeuta.
7. Se realizó cegamiento del evaluador por lo menos en un resultado clave.
8. Al menos en uno de los resultados clave participó el 85% de la muestra inicial.
9. Se obtuvieron medidas de resultado de todos los sujetos (experimental y control), o bien un resultado clave fue analizado por intención de tratar.
10. Se realizaron comparaciones entre los grupos en al menos un resultado clave.
11. El estudio proporciona al menos un resultado clave.

Estudio y año	Resultados principales e instrumentos de medida	
	Estado físico y funcional	Estado (síntomas) de la enfermedad
El-Tamawy (2012) ⁸	Parámetros de la marcha (cadencia y longitud de zancada): IBM ($p \leq 0.05$) Parámetros espacio-temporales: IBM ($p \leq 0.05$)	
Sage (2009) ⁷	Funcionalidad de la marcha: TUG ($p > 0.05$) Parámetros espacio-temporales: GAITRite ($p < 0.05$)	Severidad: UPDRS ($P = 0.002$)
Sage (2010) ⁶	Control motor extremidad superior: GP ($p < 0.007$) Funcionalidad de la marcha: TUG ($P < 0.014$) Parámetros espacio-temporales: GAITRite ($p < 0.05$)	Severidad: UPDRS ($P < 0.035$)
Pelosin (2010) ¹⁵	Bloqueos de la marcha: FOG Questionnaire y FOG diary ($p < 0.05$). Funcionalidad de la marcha: TUG ($P < 0.001$), 10M-WT ($p < 0.001$) Equilibrio: Tinetti ($p < 0.05$), BBS ($P < 0.001$) Calidad de vida: PDQ-39 ($P < 0.05$)	
Shen (2012) ¹⁶	Estabilidad: LOS test ($p < 0.05$) Parámetros espacio-temporales: GAITRite ($p < 0.05$)	Severidad: UPDRS-PG ($P < 0.05$)
Almeida (2012) ¹⁴	Funcionalidad de la marcha: TUG ($p < 0.05$) Parámetros espacio-temporales: GAITRite ($p < 0.05$)	Severidad: UPDRS ($P = 0.06$)
Sayed (2013) ¹³	Funcionalidad de la marcha: TUG ($p < 0.05$) Rango de movimiento de cadera, rodilla y tobillo: captura de movimiento 3D ($P < 0.05$)	
Nanhoe-Mehabier (2012) ⁵	Balaneo de tronco: dispositivo SwayStar TM (velocidad angular de balanceo lateral y antero-posterior $p < 0.001$, ángulo de balanceo lateral $p < 0.001$)	

Tabla 3. Principales variables de cada estudio y sus mediciones estadísticas.

Tabla 4.

Autor y año	Estudios y duración	Participantes	Características	Variables/Evaluación	Intervención/Nº de Sesiones	Resultados
El Tamawy (2012) ⁸	ECA Duración: 8 semanas	n: 30 GE: 15 GC: 15 Edad: 49-70 años Sexo: 9 mujeres y 21 hombres	Diagnóstico de Parkinson (discapacidad leve a moderada en la puntuación de UPDRS) con capacidad de caminar de forma independiente durante 6 minutos en cinta de correr. Sin interrupciones. Duración de la enfermedad entre 3 y 5 años con interés en participar en el ensayo y con capacidad de dar su consentimiento informado de participación. Participantes con medicaciones estables durante el estudio y valoración	Severidad: UPDRS Parámetros temporo-espaciales de la marcha: IBM	GE: técnicas de facilitación neuromuscular propioceptivas y estimulación vibratoria durante entrenamiento de la marcha en cinta de correr (6-25 min) y mismo programa de fisioterapia que GC. Sesiones de 51-70 minutos , 3 veces/semana durante 8 semanas. GC: programa de fisioterapia (estiramientos prolongados pasivos, entrenamiento del equilibrio, ejercicios de desplazamiento de peso y ejercicios activos de la musculatura axial) y entrenamiento funcional (sentarse y levantarse, girar , marcha con instrucciones). Sesiones de 45 minutos, e veces/semana durante 8 semanas.	Cadencia, longitud de zancada y desviación del ángulo en articulaciones de miembro inferior mostraron mejoras significativas en ambos grupos (p< 0.05), pero estas mejoras fueron mayores en el grupo experimental (GE) comparado con el grupo control (p< 0.05).
Sage (2009) ⁷	ECA Duración: 12 semanas	n: 46 G1: 18 G2: 13 GC: 15 Edad: 49-82 años Sexo: 21 mujeres y 25 hombres	Diagnóstico (leve a moderado) de Parkinson con puntuación menor a 35 en UPDRS , sin otra patología médica, psicológica o neurológica mayor y con medicación estable. La medicación y actividad física complementaria debía mantenerse sin cambios durante la intervención.	Funcionalidad de la marcha: TUG Parámetros espacio-temporales: GAITrite	G1: 34 clases con el programa PD SAFEx con ojos cerrados 3 veces/semana. G2: 36 clases de ejercicio aeróbico en elíptica, 3 veces/semana. GC: se les pide que mantengan su actividad física normal durante un periodo de 12 semanas.	G1 mejora significativamente la puntuación de UPDRS y TUG (mejora síntomas y control de movimiento). G2 aumenta la longitud de paso y velocidad pero no el grado de severidad de la enfermedad.

Sage (2010) ⁶	<p>ECA Duración: 18 semanas</p> <p>n: 26 GI: 13 GC: 13 Edad: - Sexo: 9 mujeres y 17 hombres</p>	<p>Diagnóstico de EP sin padecer otra patología mayor o neurológica o psicológica. Medicación estable. La medicación y actividad física complementaria debía mantenerse sin cambios durante la intervención.</p>	<p>Funcionalidad de la marcha: TUG Parámetros espacio-temporales: GAITrite</p>	<p>GE: programa PD SAFEx, participantes concentrados en el feedback sensorial bajando las luces, con los ojos cerrados y prestando atención a determinadas partes del ejercicio. GC: igual que el grupos experimental, excepto que los participantes lo realizan con los ojos abiertos, luces encendidas y las instrucciones no se centran en la retroalimentación sensorial. Ambos programas se realizan durante 12 semanas seguido de un periodo de 6 semanas de seguimiento, 3 veces/semana durante una hora cada sesión.</p>	<p>Ambos grupos mejoraron significativamente en TUG, velocidad y longitud de paso, y fue mantenido durante las 6 semanas de seguimiento. Solo en el grupo experimental se observaron mejoras significativas en los síntomas motores (UPDRS), mientras que en el grupo control los síntomas empeoraron.</p>
Pelosi (2010) ¹⁵	<p>ECA Duración: 8 semanas</p> <p>n: 18 GE: 9 GC: 9 Edad: 59-81 años Sexo: 8 mujeres y 12 hombres</p>	<p>Diagnóstico de EP y medicación estable. Participantes deben presentar al menos un episodio de bloqueo de la marcha una vez a la semana de al menos 2 segundos de duración. Deben tener 24 puntos o más en el test Mini-Mental.</p>	<p>Bloqueos de la marcha: FOG Questionnaire y FOG diary. Funcionalidad de la marcha: TUG, 10M-WT Equilibrio: Tinetti, BBS Calidad de vida: PDQ-39</p>	<p>GE: participantes atienden a una hora de fisioterapia donde visualizan 2 videoclips (en los que se muestran estrategias útiles para los episodios de bloqueo de la marcha). GC: realizan el mismo programa que el grupo experimental con la excepción que durante las sesiones de entrenamiento visualizan 2 videoclips (se repiten) con imágenes estáticas de paisajes sin ninguna secuencia de movimiento. Ambos grupos realizan los mismos ejercicios siguiendo a un fisioterapeuta durante 60 minutos, 3 sesiones/semana, 4 semanas.</p>	<p>El número de episodios de bloqueos en la marcha y el cuestionario FOG mejoraron significativamente en ambos grupos. En el periodo de seguimiento (4 semanas tras la intervención), se observa una reducción significativa del número de bloqueos solo en el grupo experimental. El rendimiento motor y calidad de vida mejoraron en ambos grupos de tratamiento</p>

Shen (2012) ¹⁶	ECA Duración: 4 semanas	n: 28 GE: 14 GC: 14 Edad: - Sexo: 12 mujeres y 16 hombres	Diagnóstico de EP con medicación estable. Participantes deben ser capaces de andar de forma independiente 10 metros y seguir instrucciones. No pueden haber tenido caídas en los 12 meses previos al estudio	Estabilidad: LOS test Parámetros espacio-temporales: GAITRite	GE: para mejorar la velocidad de paso se utilizó un sistema computerizado de baile que consiste en una alfombra con feedback luminoso, mientras que para mejorar la respuesta de paso ante perturbaciones se realizó a través de una cinta de correr dándoles una instrucción de dar un paso. GC: programa de estiramientos de los músculos de la cadera y rodilla usando un dinamómetro + programa de estiramiento usando una máquina con sacos de arena para estirar musculatura de rodilla, cadera y tobillo mediante movimientos funcionales. Ambos grupos realizan sesiones de una hora, 3 veces/semana durante 4 semanas.	El grupo experimental mejoró significativamente el tiempo de reacción, velocidad de movimiento, longitud de zancada y puntuación en UPDRS (P<0.05), comparado con el grupo control. Ambos grupos mejoraron la velocidad de la marcha (P<0.05).
Almeida (2012) ¹⁴	ECA Duración: 12 semanas	n: 42 G1: 14 G2: 14 GC: 14 Edad: - Sexo: 11 mujeres y 31 hombres	Diagnóstico de EP con medicación estable (tanto en el periodo de entrenamiento como en las valoraciones) que no hubieran padecido otro problema neurológico, ortopédico o alteraciones visuales que afectaran a la capacidad de andar.	Funcionalidad de la marcha: TUG, 30-second chair stand Parámetros espacio-temporales: GAITRite	G1: participantes andan sobre cinta de correr con líneas blancas transversales como feedback. La velocidad de la cinta es la misma que la determinada en el pre-test. G2: participantes andan sobre una alfombra negra de 16 metros que contiene líneas blancas transversales igualmente distribuidas. Participantes lo realizan a la misma velocidad que en el pre-test (para ello se les pedía que recorrieran la distancia en un tiempo determinado). Ambos grupos realizaron sesiones de entrenamiento de la marcha 30 minutos 3 veces/semana durante 6 semanas GC: sin intervención	Ambos grupos de entrenamiento (G1 y G2) mejoraron significativamente (y mantuvieron en el periodo de seguimiento tras la intervención) la longitud de paso y la velocidad de la marcha. Solo el grupo G2 mejoró en el test TUG mientras que G1 mostró incidios de mejora de los síntomas motores de la enfermedad

Sayed (2013) ¹³	ECA Duración: 6 semanas	n: 28 GE: 14 GC: 14 Edad: 60-66 años Sexo: 28 hombres	Diagnóstico de EP sin padecer trastornos cognitivos, deformidades esqueléticas de miembros inferiores o si no eran participativos. Los participantes debían tener la capacidad de levantarse y andar, al menos, 10 metros de forma independiente.	Funcionalidad de la marcha: TUG de Rango de movimiento de cadera, rodilla y tobillo: de captura de movimiento 3D	GE: programa de fisioterapia 3 veces/semana durante 6 semanas (andar al menos 3 veces/semana durante 40 minutos, estiramiento de extensores de columna y cadera, ejercicios de levantarse desde diferentes alturas...) + programa de entrenamiento de la marcha (deben andar 10 metros con el feedback visual de líneas de cinta adhesiva azul. GC: mismo programa de fisioterapia que GE + entrenamiento de la marcha (deben andar la misma distancia que GE pero sin feedback visual).	GE (con estímulo visual) mejoró significativamente los parámetros temporo-espaciales de la marcha así como el rango de movimiento de extremidades inferiores, en comparación con GC.
Nanhoe-Mahabier (2012) ⁵	ECA Duración: -	n: 20 GE: 10 GC: 10 Edad: - Sexo: 4 mujeres y 16 hombres	Diagnóstico de EP sin padecer otros trastornos de equilibrio que no fuesen debidos a EP u otros trastornos cognitivos o psiquiátricos. Los participantes deben tener capacidad de andar sin ayudas.	Balaceo de tronco: dispositivo SwayStar™ (velocidad angular de balanceo lateral y antero-posterior y ángulo de balanceo)	GE: entrenamiento del equilibrio realizando un programa de tareas (levantarse con pies juntos y ojos cerrados, mantenerse en apoyo monopodal con ojos abiertos, tándem con ojos cerrados, levantarse con pies juntos sobre una almohada con ojos cerrados, andar 9 metros con ojos abiertos y andar en tándem 15 pasos con ojos cerrados) recibiendo un estímulo vibrotáctil. GC: mismo programa de entrenamiento de equilibrio sin el feedback vibrotáctil.	Mejóro significativamente en el grupo de entrenamiento con feedback la velocidad angular de balanceo antero-posterior y lateral.

Tabla 4.

ECA: Ensayo Controlado Aleatorizado; GE: Grupo Experimental; GC: Grupo Control; G1: Grupo 1 de intervención; G2: Grupo 2 de intervención; EP: Enfermedad de Parkinson; IBM: International Business Machines

Pruebas evaluatorias:

UPDRS: United Parkinson`s Disease Rating Scale; TUG: Timed-Up-And Go; FOG Questionnaire: cuestionario de episodios de congelamiento de la marcha; 10M-WT: 10Meters- WalkingTest; BBS: Berg Balance Scale; PDQ-39: 39 Item Parkinson`s Disease Questionnaire; TOS test: Limit Of Stability.

BIBLIOGRAFÍA

1. Gazewood JD, Richards DR, Clebak K. Parkinson disease: an update. *Am Fam Physician*. 2013;87(4):267-73
2. Muñoz-Hellín E, Cano-de-la-Cuerda R, Miangolarra-Page JC. [Visual cues as a therapeutic tool in Parkinson's disease. A systematic review]. *Rev Esp Geriatria Gerontol*. 2013;48(4):190-7.
3. Toda K, Harada T. Prevalence, classification, and etiology of pain in Parkinson's disease: association between Parkinson's disease and fibromyalgia or chronic widespread pain. *Tohoku J Exp Med*. 2010; 222(1): 1-5.
4. Morris ME, Martin CL, Schenkman ML. Striding out with Parkinson disease: evidence-based physical therapy for gait disorders. *Phys Ther*. 2010; 90(2): 280-8.
5. Nanhoe-Mahabier W, Allum JH, Pasman EP, Overeem S, Bloem BR. The effects of vibrotactile biofeedback training on trunk sway in Parkinson's disease patients. *Parkinsonism Relat Disord*. 2012;18(9):1017-21.
6. Sage MD, Almeida QJ. A positive influence of vision on motor symptoms during sensory attention focused exercise for Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2010;25(1):64-9.
7. Sage MD, Almeida QJ. Symptom and gait changes after sensory attention focused exercise vs aerobic training in Parkinson's disease. *Mov Disord*. 2009;24(8):1132-8.
8. El-Tamawy MS, Darwish MH, Khallaf ME. Effects of augmented proprioceptive cues on the parameters of gait of individuals with Parkinson's disease. *Ann Indian Acad Neurol*. 2012;15(4):267-72.

9. Spaulding SJ, Barber B, Colby M, Cormarck B, Mick T, Jenkins ME. Cueing and gait improvement among people with Parkinson`s disease: a meta- analysis. *Arch Phys Med Rehabil.* 2013; 94(3): 562-70.
10. Rossi-Izquierdo M, Ernst A, Soto-Varela A, Santos-Pérez S, Faraldo-García A, Sesar-Ignacio A et al. Vibrotactile neurofeedback balance training in patients with Parkinson`s disease: reducing the number of falls. *Gait Posture.* 2013; 37(2): 195-200.
11. Wulf G, Landers M, Lewthwaite R, Töllner T. External focus instructions reduce postural instability in individuals with Parkinson`s disease. *Phys Ther.* 2009; 89(2): 162-8.
12. Mirelman A, Herman T, Nicolai S, Zijlstra A, Zijlstra W, Becker C, et al. Audio-biofeedback training for posture and balance in patients with Parkinson`s disease. *J Neuroeng Rehabil.* 2011; 8: 35.
13. Sayed HM, Fayez ES, el Rahman SMA, Yamany AA. Visual cues training on Parkinsonian gait: a randomized controlled study. *Egypt J Neurol Psychiat Neurosurg.* 2013; 50(3):331-37.
14. Almeida QJ, Bhatt H. A Manipulation of Visual Feedback during Gait Training in Parkinson`s Disease. *Parkinsons Dis.* 2012;2012:508720.
15. Pelosin E, Avanzino L, Bove M, Stramesi P, Nieuwboer A, Abbruzzese G. Action observation improves freezing of gait in patients with Parkinson`s disease. *Neurorehabil Neural Repair.* 2010;24(8):746-52.
16. Shen X, Mak MKY. Repetitive step training with preparatory signals improves stability limits in patients with Parkinson`s disease. *J Rehabil Med.* 2012;44(11):944-9.
17. Nackaerts E, Vervoort G, Heremans E, Smits-Engelsman BCM, Swinnen SP, Nieuwboer A. Relearning of writing skills in Parkinson`s disease: a literature review on influential factors and optimal strategies. *Neurosci Biobehav Rev.* 2013;37(3):349-57.

18. Basta D, Rossi-Izquierdo M, Soto-Varela A, Greeters ME, Bittar RS, Steinhagen-Thiessen E, et al. Efficacy of a vibrotactile neurofeedback training in stance and gait conditions for the treatment of balance deficits: a double-blind, placebo-controlled multicenter study. *Otol Neurotol* . 2011;32(9):1492-9.
19. Lee P-Y, Gadareh K, Naushahi MJ, Gresty M, Bronstein AM. Protective stepping response in Parkinsonian patients and the effect of vibrotactile feedback. *Mov Disord*. 2013;28(4):482-9.